



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aki-Petteri Lauri

# PUUSTA RAKENTAEN

Tekniikka  
2017

## TIIVISTELMÄ

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| Tekijä             | Aki-Petteri Lauri |
| Opinnäytetyön nimi | Puusta rakentaen  |
| Vuosi              | 2017              |
| Kieli              | suomi             |
| Sivumäärä          | 22 sivua          |
| Ohjaaja            | Heikki Paananen   |

---

Opinnäytetyössäni tutkin puurakentamisen erilaisia mahdollisuuksia niin rakennusjärjestelmien kuin myös puun teknisten ominaisuuksien osalta.

Tarkoitukseni oli etsiä puurakentamisen mahdollisia ongelmia. Sekä selvittää, miksi ja miten näistä päästäisiin eroon.

Opinnäytetyöni johtopäätöksissä todetaan, kuinka puusta rakentaminen tulee vahvasti lisääntymään pienkerrostalo-asuntotuotannon osalla. Pientalojen rakentajien ja rakennuttajien osuus, jotka valitsevat puun runkomateriaaliksi, on vakiintunut samalle tasolle edellisten vuosien tapaan.

## ABSTRACT

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| Author             | Aki-Petteri Lauri |
| Title              | Wood Construction |
| Year               | 2017              |
| Language           | Finnish           |
| Pages              | 22 Appendices     |
| Name of Supervisor | Heikki Paananen   |

---

In this thesis the different possibilities of wood construction are studied, the construction systems as well as technical wood features.

The purpose was also to look for potential problems in wood construction, as well as to find out the reasons for the problems and how to get rid of these.

As a conclusion it can be stated that wood construction will increase in the construction of block of flats. The share of builders and developers of private houses who choose wood frame has been established at the same level as in previous years.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | PUUSTA YLEISTÄ .....                    | 6  |
| 1.1 | Metsien hyödyntäminen .....             | 6  |
| 1.2 | Metsien kasvu .....                     | 6  |
| 1.3 | Puun käyttö rakentamisessa .....        | 6  |
| 1.4 | Tilastotietoa .....                     | 7  |
| 2   | PUUN TEKNISET OMINAISUUDET .....        | 8  |
| 2.1 | Puun kosteustekniset ominaisuudet ..... | 8  |
| 2.2 | Puun lujuustekniset ominaisuudet .....  | 8  |
| 2.3 | Puun palotekniset ominaisuudet .....    | 9  |
| 2.4 | Puun lämpötekniset ominaisuudet .....   | 10 |
| 2.5 | Puun äänitekniset ominaisuudet .....    | 10 |
| 2.6 | Puun ominaisuuksien muuttaminen .....   | 11 |
| 3   | RAKENNEJÄRJESTELMÄT .....               | 12 |
| 3.1 | Yleistä .....                           | 12 |
| 3.2 | Kantavat seinät .....                   | 12 |
| 3.3 | Suurelementti .....                     | 13 |
| 3.4 | CLT-rakentaminen .....                  | 14 |
| 3.5 | LVL-rakentaminen .....                  | 15 |
| 3.6 | Pilari-palkki rakennejärjestelmä .....  | 15 |
| 3.7 | Tilaelementti rakenne .....             | 16 |
| 3.8 | Hirsirakenteet .....                    | 16 |
| 4   | JOHTOPÄÄTÖKSET .....                    | 18 |
|     | LÄHTEET .....                           | 19 |

## **KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

|   |    |
|---|----|
| <b>Kuvio 1.</b> Runkomateriaali jakauma uudisrakentamisessa 2015..... | 7  |
| <b>Kuvio 2.</b> Kantavat seinät.....                                  | 13 |
| <b>Kuvio 3.</b> Kantava runkojärjestelmä.....                         | 13 |
| <b>Kuvio 4.</b> Clt-elementti.....                                    | 14 |
| <b>Kuvio 5.</b> Pilari-palkkirakennejärjestelmä.....                  | 16 |

# **1 PUUSTA YLEISTÄ**

## **1.1 Metsien hyödyntäminen**

Suomen metsät ovat suuri alaisia ja ne kasvavat hyvin paljon. Jopa enemmän kuin mikä niiden käyttötaso onkaan. Suomen metsä tuottaa kymmenessä tunnissa niin paljon puuta, että sillä voitaisiin rakentaa kaikki Suomen talot. Puulajeja löytyy monia mm. koivu, kuusi, mänty, haapa. Puustoa käytetään rakennus- ja sisustusmateriaaliksi, pakkausmateriaaliksi, paino- ja kirjoituspaperiin sekä energiatuotantoon. Puun käyttö yksityisellä kuin julkisella sektorilla on suuri ja puun monipuolinen käyttö lisääntyy koko ajan. Puu on ekologinen tuote ja uusiutuva luonnonvara. Nykyään enenemässä määrin puuta löytyy mm. vaatteista, kosmetiikasta ja jopa elintarvikkeista /1/.

## **1.2 Metsien kasvu**

Suomen metsät kasvaa runkopuuta vuodessa noin 105 milj. m<sup>3</sup>. Vuosittain Suomen metsien puuston poistuma on noin 82 milj. m<sup>3</sup>, sisältäen kaiken Suomessa tehtävän hakkuun myös luontaisesti kuolleista puista tulleen poistuman. Puiden kasvua voidaan nopeuttaa lannoittamalla puustoa ja tehden harvennushakkuita eli hoitamalla metsää. Lannoituksella voidaan lisätä 40-50 prosenttia metsien kasvua. Hakkuista tai luontaisesti poistuneista puista huolimatta Suomessa kuitenkin on viime vuosina metsän tuotto ollut 33 milj. m<sup>3</sup> enemmän. Hakkuuarvion mukaan Suomessa voitaisiin hakata tukki- ja kuitupuuta (vuosina 2010-2019) 84 milj. m<sup>3</sup> vuodessa /2/.

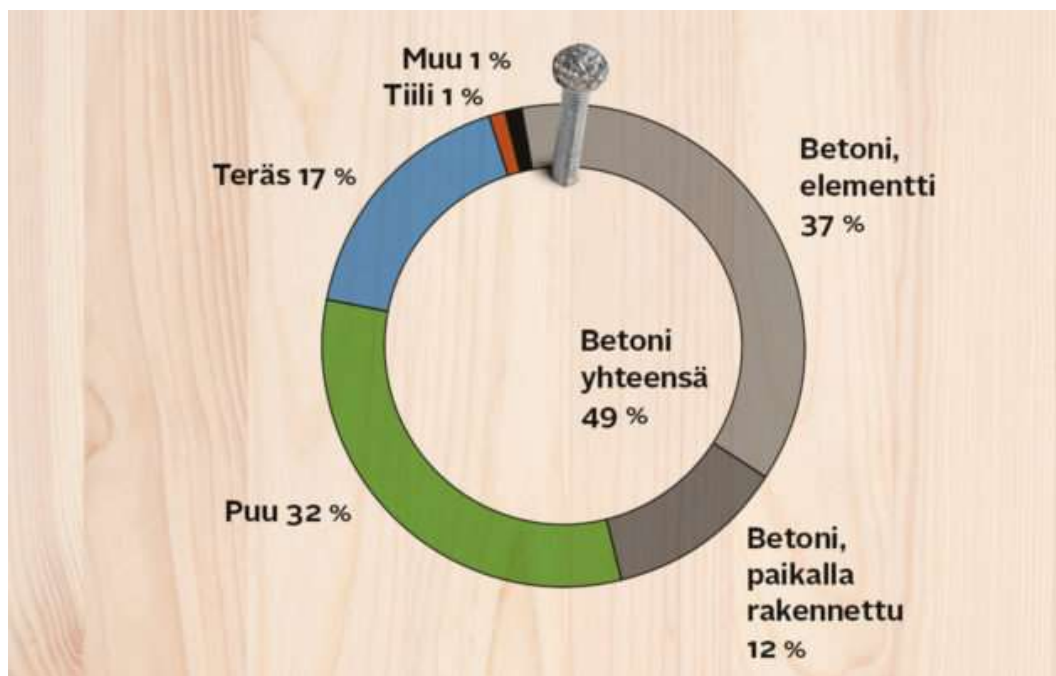
## **1.3 Puun käyttö rakentamisessa**

Suomessa rakennetaan paljon vapaa-ajan asuntoja. Joka vuosi seitsemän tuhatta kesämökkiä ja vapaa-ajan asuntoa nousee vesien rantamille ja maaseudun rauhaan. Tällä hetkellä vapaa-ajan asuntoja on lähes puoli miljoonaa, joista 99 % on rakennettu puusta. Hirsi onkin ykkössijalla mökkirakentamisessa Se tuo kodikkuutta, lämpöä ja tunnelmaa. Rekisteröityjä asuntoja Suomessa löytyy 2,98 milj. Kahdenkymmenen vuoden aikana on rakennettu 30 000 uudisasuntoa, joista vajaa

puolet on pari- ja omakotitaloja. Näin ollen pientalojen osalta rakennuskantamme uudistuu noin prosentin vuosivauhtia /3/.

#### 1.4 Tilastotietoa

Viime vuosina rakennustuotannossa puun osuus on laskenut. Syynä ovat alan rakenteelliset syyt. Puuelementtisten rakennusten osuus on vakaalla pohjalla. Se on tällä hetkellä kaikesta rakentamisesta kolmannes ja on edellisistä vuosista päässyt kasvun suunnalle. Runkomateriaalina puu on valittuna uudisrakentamisessa noin 32 % (kuvio 1.) omakotirakentamisessa se on liki 90 %. Puun käyttö kerrostalorakentamisessa on kasvanut. 2010-luvun jälkeen yhä useammin kerrostalot tehdään puuelementeistä. Tilastojen mukaan 80 % on tällaisia puukerrostaloja. Runkomateriaalina puun osuus kerrostaloissa on hieman alle 4 %. Vuosittain rakennetaan julkisivuja puusta noin 2,8 milj. m<sup>2</sup>. Julkisivumateriaalina puu oli vuonna 2015 aloitetuissa uudistalo kohteissa 42 % /4/.



**Kuvio 1.** Runkomateriaalijakauma uudisrakentamisessa 2015 /4/.

## **2 PUUN TEKNISET OMINAISUUDET**

### **2.1 Puun kosteustekniset ominaisuudet**

Puun kosteus muodostuu puussa olevan vedettömän puuainemassan ja veden massan välisestä suhteesta. Puu onkin hyvin vettä imevä aine eli hygroskooppinen. Puun kosteus on normaalisti 8 - 25 painoprosentin välillä. Se vaihtelee ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Vastasahattu puu on huomattavasti kosteampi, voi olla jopa 200 %. Hienosti sanottuna puu saa kosteutta kolmella tavalla höyrynä, nesteinä kapillaarisesti (kohoamalla) soluonteloiden kautta sekä molekyylläisenä diffuusiona (molekyylit liikkuvat väkevämmästä laimeampaan osaan) soluseinämien kautta. Puu laajenee ja kutistuu monin eri tavoin. Siitä käytetään nimitystä anisotropia (suunnasta riippuvainen). Laajenemista ja kutistumista tapahtuu tangentin, vuosirenkaiden ja syiden suuntaan. Puu siis kutistuu kuivatessa. Täysin märästä puusta täysin kuivaksi puuksi se pienenee syiden suunnassa 0,2 - 0,4 %, säteen suunnassa 4% ja tangentin suunnassa jopa 8%. Sydänpuu on kuivempi kuin puun pinta, siksi kuivuminen on pitkäaikaista. Puun kieroutumisen syynä ovat puun sisäinen jännitys, joka vääntää puuta sekä anisotrooppisuus eli laajeneminen ja kutistuminen. Rakentamisessa onkin otettava huomioon puun kosteuseläminen. Se vaikuttaa rungon painumiseen, erityisesti hirsitaloissa. Puun suuren kutistumisen tangentin suunnassa aiheuttaa isoa halkeilua puussa. Tältä kohdilta puulla onkin lyhin matka pinnasta ytimeen /5/.

### **2.2 Puun lujuustekniset ominaisuudet**

Puun tiheyttä arvioitaessa on otettava huomioon aina, missä kosteuspitoisuudessa puun tilavuus ja massa on mitattu. Lujuus lisääntyy puun tiheyden kasvaessa isommaksi. Tiheys ilmoitetaan ilmakeiättiheytenä. Tuolloin puun kosteus on 15 % tai 12 % riippuen puutavaran jalostajasta. Kuusella tiheys on 300 - 470 kg/m<sup>3</sup> ja männällä 370 - 550 kg/m<sup>3</sup>. Siksi nämä puulajit ovatkin yleisimmät rakennuspuulajit Suomessa /6/.



Puun syiden taivutuslujuus on vastaava kuin puun tiheys. Lujuuteen vaikuttaa myös kuormituksen suunta syihin nähden ja kuormituksen paikka. Esimerkiksi suoran oksattoman männyn taivutuslujuus on sama kuin vetolujuus. Yleensä syiden suuntainen vetolujuus on jopa 20-kertainen syitä vastaan kohtisuoraan vetolujuuteen verrattuna. Vetolujuuteen vaikuttaa myös puun oma tiheys. Esimerkiksi männyn kevätpuussa on vetolujuutta vain 1/6 kesäpuun lujuudesta. Kun puu on kuivattu, sen puristuslujuus on puolet verrannollisesta vetolujuudesta. Noin 15 % on puun leikkauslujuus, puun syy suuntaisesta vetolujuudesta. Leikkauslujuuteen alentavasti vaikuttaa tietenkin esimerkiksi oksat, halkeamat, jännitteet ja puun rakenteelliset viat /6/.

### **2.3 Puun palotekniset ominaisuudet**

Puu on palava materiaali. Puusta alkaa 100 °C:ssa höyrystyä kemiallisesti sitoutumatonta vettä. Kuivan puun lämpöä koskeva puun pehmeneminen alkaa 180 °C:ssa. Kun taas puu joka on kostea se aloittaa pehmenemisen jo 100 °C:ssa. Korkein puun lämpötila on 320 - 380 °C:ssa. Silloin puun selluloosa, hemiselloosa ja ligniini aloittavat hajoamisen. Puu syttyy myös palamaan ja siihen vaikuttavat esimerkiksi puun altistuminen lämmölle. Puu syttyy 250 - 300°C:ssa. Puun syttymisen jälkeen se alkaa palamaan ja hiiltyy minuutissa noin 0,8 mm. Mitä massiivisempi puu on, sitä hitaammin palo etenee. Palotilanteessa hiilikerros suojaa puuta ja hidastaa puun sisäistä lämmön nousua ja näin ollen palon etenemistä. Kantavien rakenteiden mitoituksessa käytetään hyväksi puun etäisyyttä hiiltymisrajasta. Sen ollessa 15 mm lämpötila on alle 100°C . Siksi tätä puun teknistä ominaisuutta, käytetään hyväksi kantavien rakenteiden mitoituksessa. Liimapuu syttyy paljon huonommin kuin tavallinen puu. Sen hiiltymisnopeus on 0,7 mm/min. Puun tiheyden pienentyessä sekä kosteuden vähentyessä syttymisherkyys kasvaa. Palon syttymiseen sekä palamiseen vaikuttaa myös materiaalissa olevat mm. karheat pinnat, halkeamat, säröt sekä terävät kulmat /7/.

## 2.4 Puun lämpötekniset ominaisuudet

Puu on huokoinen materiaali, siksi se johtaa lämpöä heikosti. Puun tiheyden vähe-  
tessä lämmönjohtavuus heikkenee. Sen lämmönjohtavuus syiden suunnassa on  
noin kaksinkertainen kuin lämmönjohtavuus syitä vastaan kohtisuorassa suunnas-  
sa. Männyllä lämmönjohtavuus on kohtisuoraan syitä vastaan  $0,14 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  ja syi-  
den suuntaan  $0,22 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ . Lämmönjohtavuutta lisää myös puun kosteus. Puun  
lujuus lisääntyy, kun sen lämpötila laskee. Lämpöliikkeet tangentin ja säteen  
suuntaisena ovat suuria, kun taas syiden suuntaista lämpölaajenemista on havaittu  
vain vähän. Kosteuskutistuminen ja lämpölaajenemiskertoimien suhde syiden eri  
suunnissa on samalla tasolla. Lämpötilojen toistuva muuttuminen heikentää puun  
lujuutta. Jäätyessään puuhun voi tulla pakkashalkeamia, koska vesi laajenee so-  
luonteloissa  $-0^\circ\text{C}$ :n lämpötilasta alkaen /8/.

Puun kosteudesta, lämpötilasta, tiheydestä ja syiden suunnasta riippuu lämpöka-  
pasiteetti eli lämmönvaraamiskyky. Puun kosteuden lisääntyessä, sen ominaisläm-  
pö paranee. Tämä johtuu puussa olevasta vedestä, jonka ominaislämpö on suu-  
rempi kuin puun. Tiilellä ja männyllä on melkein samanvertainen lämpökapasi-  
teetti, vaikka tiileen verrattuna puun tiheys on pieni  $1/3$ /. Kuitenkin kunnan hirsi-  
seinä toimii hyvin ulkoseinänä, koska sillä on hyvä lämpökapasiteetti /8/.

## 2.5 Puun äänitekniset ominaisuudet

Puun äänieristävyys on huono, vaikka se olisikin tiivis, paksu ja sileä. Puu on ke-  
vyttä ainetta, eikä se vaimenna ääniä. Se ei siksi sovellu paikkoihin, joissa tarvit-  
taisiin absorptiomateriaalia. Soittimissa ja musiikkisaleissa käytetään hyödyksi  
tiivin puun rakennetta. Puu johtaa syiden pituussuuntaisesti hyvin ääntä ja siitä  
saa hyvin äänen heijasteita /9/.

Äänieristävyys puurakennuksissa saadaan rakentamalla monikerroksisia rakentei-  
ta. Paneloinnin tai levyn taakse jätetty ilmaväli ja absorptiomateriaali, esimerkiksi  
mineraalivilla, yhdessä muodostavat levyresonaatin ja näin vaimentavat matalia  
ääniä. Puutaloissa, joissa on monta kerrosta, äänen eristys tuottaa vaikeutta. Sillä

keinot, jolla saavutetaan rakenteellinen jäykkyys, on vastakkain äänieristyksen keinoihin. Askeläänieristävyttä yleensä parannetaan välipohjan massaa kasvatamalla. Esimerkiksi puukerrostalon puurakenteiseen välipohjaan eristekerroksen päälle tulee betonivalu ja pintamateriaali /9/.

## **2.6 Puun ominaisuuksien muuttaminen**

Puusta on moneksi ja monenlaiseen käyttöön. Sitä voidaan parantaa ja muuttaa, käyttökohteesta riippuen, erilaisilla käsittelyillä. Kehitettyä puuta sanotaan tekniseksi puuksi. Jalostuksessa käytetään apuna lämpöä, painetta tai kemikaaleja, jotka imeytyvät varsinkin huokoisiin puihin. Siksi lehtipuiden käsittelyt ja muunnokset ovat helpompia kuin havupuiden. Puun kosteuselämistä, lahon- ja palonkestävyyttä ennalta ehkäistään esimerkiksi maleiinihappoanhydridiglyseroliseosta käyttämällä /10/.

Kosteuselämistä myös saadaan pieneneään lämpökäsittelyllä, vaikkakin puun pinta tummuu. Samalla myös paranee puun biologinen kestävyys. Puu kevenee, koska siitä poistuu erilaisia uuteaineita. Tasapainokosteus laskee ja lämmöneristävyyks kasvaa kolmanneksella. Puun jäykkyys pienenee ja esimerkiksi lujuusominaisuudet heikkenevät. Puun halkeilemisen mahdollisuus on suuri ja siksi lämpökäsittely onkin tehtävä oikein. Lämpökäsitellyn puun sisähalkeilu on pahinta, kun puuta joudutaan työstämään prosessin jälkeen. Esimerkiksi liimaukset ovat hankalia, kun käytössä on hitaasti kuivuvia PVAc-liimoja. Maali pysyy lämpökäsitellyssä puussa hyvin. Tärkeää on muistaa maalata tai suojata puun päädyt. Näin suojataan puiden syiden suuntainen veden imeytymisen mahdollisuus /10/.

### **3 RAKENNEJÄRJESTELMÄT**

#### **3.1 Yleistä**

Niin kuin edellä jo mainitsin, puusta on moneksi. Uudis- ja korjausrakentamisessa se sopii lähes kaikkeen. Puurakenteita voi käyttää eri paikoissa eri tarkoitukseen. Esimerkiksi silloissa, halleissa, kerrostalo-, teollisuus- ja maatalous rakentamisessa. Puuta myös jatkojalostetaan puusepänteollisuutta varten, jolloin siitä tehdään myös ovia, ikkunoita ja huonekaluja. Uudis- ja korjausrakentamisessa puun käyttöä rajoittavat rakentamismääräykset. Ne vaihtelevat eri maissa eri tavalla /11/.

Puutaloja tehdään edelleen ns. pitkistä tavarasta tai hyödynnetään teollisesti jalostettuja vaihtoehtoja, esimerkiksi puurakenteiset pien- tai suurelementit, tilaelementit ja hirsi, kukin valitsee rakentamistavan oman tarpeensa mukaisesti /11/.

#### **3.2 Kantavat seinät**

Pientaloissa kantavat seinät ovat yleensä tiili- ja puurakenteisia. Yleisimmin käytetty runkojärjestelmä. (kuvio 2.) Se perustuu kerroksittaiseen järjestelmään, jossa jokaisella kerroksella on oma tehtävä. Tällaiset seinät ovat yleensä rankarakenteisiä paikalla rakennettuja tai teollisesti valmistettuja puurakenteisia suurelementtejä. Välipohjilla, jotka on rakennettu puusta, päästään jopa 7 metrin jännemittoihin. Rakennuksen kantavat seinät ovat ulkoseiniä ja mahdollisesti jotkin väliseinät riippuen rakennuksesta ja rakenteista. Niiden tarkoituksena on kannatella kattorakenteita, yläpuolisia kerroksia ja käytön aiheuttamaa raskautta /12/.



**Kuvio 2.** Kantavat seinät

### 3.3 Suurelementti

Puurunkoisen rakennuksen tekotapa on yleensä teollisesti valmistettu rankarakenteinen suurelementti (kuvio 3.) Vakiomittaisesta kerto- tai liimapuusta tehdään yleensä korkeitten rakennusten seinän rungot. Näin päästään yli nelikerroksisien kerrostalojen rakentamiseen. Suurelementit ovat rakenteeltaan ja rakennetaan samalla tavalla, olivat ne sitten kantavia tai ei. Rakennusten välipohja voi olla esimerkiksi ripa- tai kotelolaatta tai rankarakenteinen palkillinen välipohja. Lisäämällä kantavan rakenteen korkeutta, saadaan jänneväliä kasvatettua rakennuksen runkosyvyyteen. Elementtirakenteet on helppo ja nopea asentaa. Ne voidaan tehdä kohteen ja asiakkaan mukaisesti. Suurelementeissä toteutuvat hyvä ilmatiiveys ja energiatehokkuus /13/.



**Kuvio 3.** Rankarunkoinen suurelementti

### 3.4 CLT-rakentaminen

CLT-elementti tehdään valmistamalla yksittäisistä laudoista levyjä. Levyistä liimataan toisiinsa nähden ristikkäisiä levykerroksia. Kerroksia liimataan niin monta, että haluttu paksuus ja lujuus saavutetaan. Levyt puristetaan tiiviiksi elementiksi. Elementin viimeistely, mm. pinnoitukset, hionnat, verhoilut ja LVIS-aukotus, voidaan tehdä käyttötarkoituksen mukaisesti jo tehtaalla. Elementit voidaan verhoilla halutessaan myös paikan päällä esimerkiksi rapattavilla eristeillä tai puulla. Sisällä pintaan sopii massiivipuinen monikerroslevy. Suurin mahdollinen koko tällaiselle elementille on 2,95 m x 16,00 m ja paksuus 60 - 400mm /14/.

CLT-elementin käyttö tuo uusia ulottuvuuksia rakennesuunnitteluun ja arkkitehtuuriin. Levyt ovat erittäin lujia ja kestäviä. Siksi ne haastavat jopa betonin ja teräksen. CLT:n jäykkyys antaa mahdollisuuden muunneltavuuteen sekä sen, että korkeita rakennuksia tai isoja aukkoja ei tarvitse erikseen jäykistää. Lisäksi vaakarakenteissa pystytään toteuttaa esimerkiksi pilarittomia katos- ja ulokeratkaisuja /14/.



**Kuvio 4.** CLT- elementti

### **3.5 LVL-rakentaminen**

Laminated veneer lumber, LVL, eli viilupuuh. Suomessa viilupuun kauppanimi on Kertopuu. Tämä tuote on useista havupuuviiluista liimattu puutuote. Havuvanerit ja kertopuu näyttävä samantlaisilta, vanerit ovat vain ohuempia levytuotteita. Kertopuusta voidaan valmistaa suurikokoisia puulevyjä tai pitkiä palkkeja, jotka ovat lujuusteknisiltä ominaisuuksiltaan erittäin hyviä. Liimana käytetään fenolihartsiliimaa, joka näkyy palkkeissa viilujen saumoissa tummana viivana. Kertopuun pääasiallinen raaka-aine on kuusitukki /15/.

CLT:n kanssa viilupuuta voidaan hyödyntää sahatavaratuotteissa. Kuitenkin LVL soveltuu monipuoliseen rakentamiseen, niin pienimuotoisista kohteista kuin suuriinkin projekti kokonaisuuksiin, esimerkiksi pientalot, teollisuus-, varasto- ja maatalousrakentamiseen /16/.

### **3.6 Pilari-palkkirakennejärjestelmä**

Liima- tai kertopuisista pilareista ja palkkeista tai kehistä muodostuu rakennuksen runko (kuvio5). Pilari-palkkijärjestelmässä tämän rakenteen varaan jää ulkoseinät ja ala-, väli- sekä yläpohjat. Mastopilarien tai vinositeiden jäykkien liitosten avulla runko saadaan jäykistettyä. Pystyrakenteiden yhdenmittaisuuden ansiosta rakennukseen ei tule painumia. Tätä menetelmää käytetään esimerkiksi suurissa julkisissa rakennuksissa sekä hallimaisissa rakennuksissa. Se antaa mahdollisuuden avoimelle, vapaalle ja muunneltavalle pohjaratkaisulle. Väliseinien puuttuessa rakennuksen käyttötarkoitus voidaan muuttaa ja sen elinkaarta pidentää, ilman isompia remontteja. Itse rakennus valmistuu nopeasti. Ulkoseinät tehdään esimerkiksi Paroc-elementeistä, sandwich-paneleista tai puurakenteisina suurelementteinä ja ovat asiakkaan tarpeen mukaisella ulkoverhoilulla ja eristepaksuudella /17/.



**Kuvio 5.** Pilari-palkki rakennejärjestelmä

### **3.7 Tilaelementti rakenne**

Moduli eli tilaelementtitekniikka. Rakennustapa, jossa eri elementit kootaan yhteen, yhdeksi tilayksiköksi. Yleensä tilayksikkö sisältää kantavan rungon sekä lattian, seinän ja katon. Se rakennetaan sisätiloissa ja siksi se antaa mahdollisuuden asentaa valmiiksi jo kalusteet, ikkunat, pintamateriaalit ja LVIS- varusteet. Kantava rakenne voidaan toteuttaa esimerkiksi suurelementeillä, kehärakenteella tai pilari- palkki rakenteella. Kaksoisrakenteensa ansiosta tilaelementit ovat hyvin äänieristettyjä. Tyypilliset mitat ovat 12 m x 4,2 m x 3,2 m. Mitoissa on otettu huomioon rakenteen kuljetuksen rajoitukset. Tämä tekniikka soveltuu hyvin usean asunnon kohteisiin, päiväkoteihin sekä asuntoloiden rakentamiseen. Nopean asennuksen vuoksi se sopii hyvin täydennysrakentamiseen lisää tilaa tuomaan. Pientaloissa tilaelementtitekniikkaa sovelletaan yleisesti teknisen tilan toteutuksessa, sekä esimerkiksi kerrostalo kohteissa kylpyhuoneet toteutetaan nykypäivänä enenemässä määrin tilaelementein /18/.

### **3.8 Hirsirakenteet**

Perinteinen ja vanha puurakentamistapa on hirsirakentaminen. Rakentamiseen käytetään suoraa ja sopivan paksuista puuta. Suomessa se on yleensä mänty, mutta kuusestakin on tehty hirrestä rakentamalla pientaloja. Hirrestä tehdään ainakin ulkoseinät ja mahdollisesti kantavat väliseinät /19/.



Pyöröhirsi on kyljistään pyöreä ja teollisesti jalostettu puutuote. Pyöröhirren läpimitta on kauttaaltaan samankokoinen. Se on tehty koneellisesti höyläämällä tai sorvaamalla. Näitä hirsiiä käytetään yleensä vapaa-ajan asunnoissa, ladoissa ja varastoissa. Koirankaulasalvoksella nurkka salvostetaan. Siinä hirsi ylittää ristikkäisen seinän. Tämä salvosmalli on yleisin hirsirakennuksissa /19/.

Höylähirsi on massiivipuuta, joka on työstetty koneellisesti höyläämällä. Hirren paksuus vaihtelee 45 - 145 mm.. Kevythirsi on 28 - 45 mm paksu. Näitä hirsiiä käytetään niin koti- kuin vapaa-ajan asuntoihin /19/.

Lamellihirret liimataan useasta eri puusta, ne höylätään ja saadaan halutun muotoiseksi ja kokoiseksi. Tällaisen tulitikkuhirren etuina ovat, että sen painuminen on vähäistä ja hirret ovat tasaisia ja samankaltaisia. Lamellihirret salvostetaan pientaloissa lyhytnurkkaisiksi varsinkin taajama alueille rakennettaessa /19/.

Pelkkahirsi on käsin veistämällä tehty, tasasivuiseksi muotoiltu hirsi. Se on käsityövaltaista perinnerakentamista. Hirrestä rakennetut seinät ovat tasasivuisia, joka helpottaa esimerkiksi kaappien asentamisen. Kuitenkin pelkkahirttä käytetään paljon saunoissa, koska sen tiiviys on hyvä. Pelkkahirttä säästyy, koska se salvetaan lohenpyrstö- ja lukkosalvoksella, eli lyhytnurkkaisiksi. /19/

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Perehtyessäni eri aineistoihin tätä opinnäytetyötä tehdessäni, tuli vahvasti esiin seuraavat kaksi asiaa. CLT ja LVL, jotka tulevat lisäämään puurakentamista lähivuosina. CLT- ja LVL-tekniikkaa hyödyntäen kerrostalojen rakentaminen puusta tulee lisääntymään rajusti. Pelkästään vuonna 2016 rakennettiin Seinäjoelle, Imatralle, Helsinkiin ja Kajaaniin 4 puurunkoista kerrostaloa, joissa on 114 asuntoa. Tälläkin hetkellä Joensuuhun suunnitellaan jopa 14-kerroksista puukerrostaloa, vaikkakin Suomen rakentamismääräyskokoelman E1 mukaan Suomeen saa rakentaa enintään 8-kerroksisia puurunkoisia rakennuksia.

Pientalojen osalta puisen runkomateriaalin valitsee yli 80 % rakentajista. Puurunkoisten talopakettien osuus on 69 % ja hirsitalojen osuus 12 %. Paikalla rakentamisen valitsee enää noin 14 % rakentajista. Talotehtaiden osalta vuosi 2016 oli ensimmäinen, jolloin muuttovalmiita toimituksia oli enemmän kuin perinteisiä elementtitoimituksia.

Puun käytön osuus rakentamisessa on vähentynyt viime vuosina, johtuen taloteollisuuden heikentymisestä. 2000-luvulla vuosi 2005 oli pientalojen osalta huippuvuosi, rakennuslupia tuona vuonna myönnettiin lähes 20 000 kappaletta. Verrattaessa viime vuotta vuoteen 2005, niin lupia myönnettiin noin kolmannes. Ainoa, mikä on puun käyttöä lisännyt, on puurakenteisten kerrostalojen rakentaminen.

## LÄHTEET

- /1/ MTK. Puun Käyttö. Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto. Viitattu 12.04.2017. [https://www.mtk.fi/metsa/puun\\_kaytto/fi\\_FI/puun\\_kaytto/](https://www.mtk.fi/metsa/puun_kaytto/fi_FI/puun_kaytto/)
- /2/ MTK. Puun Käyttö. Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto. Viitattu 12.04.2017. [https://www.mtk.fi/metsa/puun\\_kaytto/fi\\_FI/puun\\_kaytto/](https://www.mtk.fi/metsa/puun_kaytto/fi_FI/puun_kaytto/)
- /3/ Puuinfo. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet suomessa. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen/puurakentamisen-asema-ja-mahdollisuudet-suomessa>
- /4/ Rakennustaito. Puun osuus rakentamisessa. Viitattu 12.04.2017.  
<http://rakennustaito.fi/rakentaminen/puun-osuus-rakentamisessa/>
- /5/ Puuinfo. Kosteusteknisiä ominaisuuksia. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisiä-ominaisuuksia>
- /6/ Puuinfo. Lujuusteknisiä ominaisuuksia. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/lujuusteknisiä-ominaisuuksia>
- /7/ Puuinfo. Paloteknisiä ominaisuuksia. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/paloteknisiä-ominaisuuksia>
- /8/ Puuinfo. Puun lämpötekniisiä ominaisuuksia. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/node/1499>
- /9/ Puuinfo. Äänitekniisiä ominaisuuksia. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/node/1501>
- /10/ Puuinfo. Ominaisuuksien muuttaminen. Puuinfo Oy. Viitattu 12.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/ominaisuuksien-muuttaminen>
- /11/ Puuinfo. Puusta rakentaminen. Puuinfo Oy Viitattu 13.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmät-rakennejärjestelmät>
- /12/ Puuinfo. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo Oy Viitattu 13.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmät-rakennejärjestelmät>
- /13/ Puuinfo. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo Oy Viitattu 13.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmät-rakennejärjestelmät>
- /14/ Puumerkki. Rakentamisen ratkaisut. Puumerkki Oy Viitattu 13.04.2017.  
[http://www.puumerkki.fi/rakentamisen\\_ratkaisut/clt-elementit.html](http://www.puumerkki.fi/rakentamisen_ratkaisut/clt-elementit.html)

/15/ Puuproffa. Puutieto-puujalosteet. Pro Puu-keskus. Viitattu 13.04.2017.  
[http://www.puuproffa.fi/PuuProffa\\_2012/7/puujalosteet/kertopuu](http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/puujalosteet/kertopuu)

/16/ Woodproducts. Lisää rakennuselementtien tuotantoa. Puuinfo Oy. Viitattu 13.04.2017. <http://www.woodproducts.fi/fi/articles/stora-enso-lisaa-rakennuselementtien-tuotantoa-kaupunkirakentamisen-ja-vientiin>

/17/ Puuinfo. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo Oy Viitattu 13.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmat-rakennejarjestelmät>

/18/ Puuinfo. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo Oy Viitattu 13.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmat-rakennejarjestelmät>

/19/ Puuinfo. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo Oy Viitattu 13.04.2017.  
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmat-rakennejarjestelmät>